

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-295075

(43)Date of publication of application : 15.10.2003

(51)Int.Cl.

G02B 26/08  
H04Q 3/52

(21)Application number : 2002-101557

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 03.04.2002

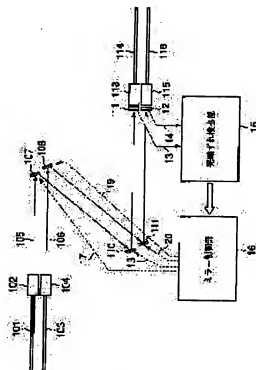
(72)Inventor : TAKAMI MASAYUKI

## (54) OPTICAL SWITCH DEVICE AND CONTROL METHOD THEREOF

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical switch device capable of increasing the resistivity of disturbance and thereby operating stably and a control method thereof.

**SOLUTION:** Photo detectors 11, 12 are formed on the end faces of focusing lenses 113, 115 on the exit path sides of the light. The photo detectors 11, 12 are provided with 4-split type light receiving elements a-d which have a space arranged in the center to surround the passage of the light, and moreover, to block off the peripheral part of parallel beams. Then, an optical axis misalignment detecting part 15 detects the positions of the parallel beams from the output signals of the light receiving elements a-d, and a mirror control part 16 performs feedback control of angular adjustments of reflection mirrors 107, 108 and 110, 111.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-295075

(P2003-295075A)

(43) 公開日 平成15年10月15日 (2003.10.15)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テラコト<sup>TM</sup> (参考)

G 0 2 B 26/08

G 0 2 B 26/08

E 2 H 0 4 1

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

B 5 K 0 6 9

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-101557(P2002-101557)

(71) 出願人 00003078

(22) 出願日 平成14年4月3日 (2002.4.3)

株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号(72) 発明者 高見 昌之  
東京都日野市旭が丘3丁目1番地の1 株  
式会社東芝日野工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 2H041 AA18 AB18 AB15 AZ03  
AZ06

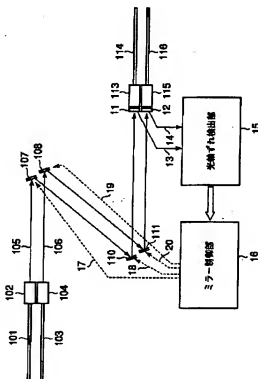
5K069 AA10 BA01 DA05 DB36 EA27

(54) 【発明の名称】 光スイッチ装置とその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 擾乱への耐性を高め、これにより安定した運用が可能な光スイッチ装置とその制御方法を提供する。

【解決手段】 光の出方路側における集束レンズ113、115の端面に、光検出器11、12を形成する。光検出器11、12は、光の通過経路を取り囲むように、中央に空間を設けた状態で、しかも平行ビームの周辺部を遮るように設けられる4分割型の受光素子a～dを備える。そして、受光素子a～dの出力信号から、光軸ずれ検出部15により平行ビームの位置を検出し、その結果に応じてミラー制御部16による反射ミラー107、108、および110、111の角度調節量をフィードバック制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 ポートから出射される光を可動型ミラー素子を用いた反射光学系によってそれぞれ反射し、その反射角度を変更することで複数の第 2 ポートのいずれかに導く光スイッチ装置において、

前記複数の第 2 ポートそれぞれに対応して設けられ、前記可動型ミラー素子から前記第 2 ポートに導かれる光の当該第 2 ポートに対する光軸のずれを検出する複数の光軸ずれ検出手段と、

前記可動型ミラー素子の反射角度を可変して前記第 1 ポート 10 前記複数の第 2 ポートのいずれかに光学的に接続するとともに、前記第 2 ポートごとに設けられて前記反射角度の可変量を調節するミラー制御手段とを具備することを特徴とする光スイッチ装置。

【請求項 2】 さらに、前記第 2 ポートごとに設けられ、前記可動型ミラー素子で反射された光を集束させて当該第 2 ポートに導く複数の光学媒質を備え、前記複数の光軸ずれ検出手段は、それぞれ対応する光学媒質の入光射部における光路周縁の少なくとも 3 点以上に受光素子を配置し、各受光素子の出力レベル差から前記 20 光軸のずれ量及びずれ方向を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の光スイッチ装置。

【請求項 3】 前記光軸ずれ検出手段は、前記光学媒質の入光射部における光路周縁に、光軸中心に対向配置され、前記周縁に均等に並べられる複数の一対の受光素子と、

前記一対の受光素子に対応して設けられ、対応する一対の受光素子の出力レベル差を求める複数の差動増幅器と、

これらの差動増幅器の出力信号から前記光軸のずれ方向及びずれ量を求める演算部とを備えることを特徴とする請求項 2 に記載の光スイッチ装置。

【請求項 4】 前記光軸ずれ検出手段は、さらに、前記一対の受光素子の出力のバランスを取るバランス調整手段を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の光スイッチ装置。

【請求項 5】 前記バランス調整手段は、前記差動増幅器の一方の入力端にオフセットを与えることを特徴とする請求項 4 に記載の光スイッチ装置。

【請求項 6】 前記第 2 ポートに対して同数の複数の第 1 ポートと、これらの第 1 ポートから出射される光を反射して前記複数の第 2 ポートのいずれかに導く複数の可動型ミラー素子とを備え、

前記ミラー制御手段は、前記複数の可動型ミラー素子の反射角度を可変して前記複数の第 1 ポートと前記複数の第 2 ポートとを光学的に交換接続することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の光スイッチ装置。

【請求項 7】 複数の第 1 ポートから出射される光を可動型ミラー素子を用いた反射光学系によってそれぞれ反射し、その反射角度を変更することでいずれかの第 1 ポ

ートから出射される光を第 2 ポートに導く光スイッチ装置において、

前記第 2 ポートに対応して設けられ、前記可動型ミラー素子から当該第 2 ポートに導かれる光の当該第 2 ポートに対する光軸のずれを検出する光軸ずれ検出手段と、前記複数の可動型ミラー素子の反射角度を可変していずれかの第 1 ポートを前記第 2 ポートに光学的に接続するとともに、前記光軸ずれ検出手段の検出結果に基づいて前記反射角度の可変量を調節するミラー制御手段とを具備することを特徴とする光スイッチ装置。

【請求項 8】 さらに、前記第 2 ポートに対応して設けられ、前記可動型ミラー素子で反射された光を集束させて当該第 2 ポートに導く光学媒質を備え、前記光軸ずれ検出手段は、前記光学媒質の入光射部における光路周縁の少なくとも 3 点以上に受光素子を配置し、各受光素子の出力レベル差から前記光軸のずれ量及びずれ方向を検出することを特徴とする請求項 7 に記載の光スイッチ装置。

【請求項 9】 前記光軸ずれ検出手段は、前記光学媒質の入光射部における光路周縁に、光軸中心に対向配置され、前記周縁に均等に並べられる複数の一対の受光素子と、前記一対の受光素子に対応して設けられ、対応する一対の受光素子の出力レベル差を求める複数の差動増幅器と、

これらの差動増幅器の出力信号から前記光軸のずれ方向及びずれ量を求める演算部とを備えることを特徴とする請求項 8 に記載の光スイッチ装置。

【請求項 10】 前記光軸ずれ検出手段は、さらに、前記一対の受光素子の出力のバランスを取るバランス調整手段を備えることを特徴とする請求項 9 に記載の光スイッチ装置。

【請求項 11】 前記バランス調整手段は、前記差動増幅器の一方の入力端にオフセットを与えることを特徴とする請求項 10 に記載の光スイッチ装置。

【請求項 12】 第 1 ポートから出射される光を可動型ミラー素子を用いた反射光学系によってそれぞれ反射し、その反射角度を変更することで複数の第 2 ポートのいずれかに導く光スイッチ装置の制御方法であって、前記可動型ミラー素子から前記第 2 ポートに導かれる光の当該第 2 ポートに対する光軸のずれを検出し、前記可動型ミラー素子の反射角度を可変して前記第 1 ポートを前記複数の第 2 ポートのいずれかに光学的に接続し、前記光軸のずれの検出結果に基づいて、前記反射角度の可変量をフィードバック制御することを特徴とする光スイッチ装置の制御方法。

【請求項 13】 複数の第 1 ポートから出射される光を可動型ミラー素子を用いた反射光学系によってそれぞれ反射し、その反射角度を変更することでいずれかの第 1

ポートから出射される光を第2ポートに導く光スイッチ装置の制御方法であって、前記可動型ミラー素子から当該第2ポートに導かれる光の当該第2ポートに対する光軸のずれを検出し、前記複数の可動型ミラー素子の反射角度を可変していずれかの第1ポートを前記第2ポートに光学的に接続し、前記光軸のずれの検出結果に基づいて、前記反射角度の可変量をフィードバック制御することを特徴とする光スイッチ装置の制御方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光スイッチ装置とその制御方法に関する。特に本発明は、波長多重光伝送システムにおいて好適に使用できる光スイッチ装置とその制御方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】近年の情報通信ニーズの高まりに伴い、通信システムの伝送能力の拡大や、その管理システムの整備が急がれている。旧来の音声を主体とする通信システムでは、交換網によりエンド・トゥ・エンドのコネクションを設定することができれば十分であった。これに対し、インターネットやLAN (Local Area Network) などデータ主体の通信においては、回線容量をフレキシブルに変更したり、伝送経路を切り替えるといったサービスが不可欠である。

【0003】このような要求に応える伝送システムとして、波長多重光伝送システムが注目されている。最近ではDWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) により光伝送路を大容量化し、光スイッチにより各波長光の経路を切り替えるというシステムが提案されている。この種のシステムにおいては、波長光の経路を光信号のまま切り替えることができる光スイッチ装置がキーデバイスとなる。なかでも、MEMS (マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム) 技術を適用した2次元 (2D)、または3次元 (3D) の光スイッチ装置に注目が集まっている。

【0004】図6は、3D-MEMSタイプの従来の光スイッチ装置の概略構成を示すブロック図である。図6において、入力光ファイバ101、103からの入射光はそれぞれレンズ102、104を透過して平行ビーム化され、微小な反射ミラー107、108に当たる。各反射ミラー107、108で反射された平行ビームは、それぞれ別の反射ミラー110、111に達し、更に反射される。ミラー110からの反射光は集束レンズ113を介して出力光ファイバ114に出力される。同様にミラー111からの反射光は集束レンズ115を介して出力光ファイバ116に出力されるようになる。このようにして、入力光ファイバ101と出力光ファイバ114、および、入力光ファイバ103と出力光ファイバ116が光学的に接続される。

【0005】図7は、図6の光スイッチ装置が、光軸をクロスさせる状態で動作している様子を示す図である。図7において、制御信号を与えることにより各反射ミラー107、108、110、111に静電気、電界、または電圧などを印加し、その反射角度を変化させる。これにより、入力光ファイバ101と出力光ファイバ116、および、入力光ファイバ103と出力光ファイバ114が光学的に接続される。

【0006】ところで、これらの接続状態は反射ミラー107、108及び110、111の角度を変えることで実現されるが、反射ミラーの角度の調整には極めて微少な量の制御が必要である。よって初期状態における角度調整作業が煩雑であり、また、一旦設定された位置 (角度) を、環境温度や、振動衝撃などの擾乱に対して安定的に保持することが極めて難しい。このため光信号の内部損失量が変動し易く、安定的な運用が困難である。

【0007】特に、最近では数百以上もの入出力ポートを有する光スイッチ装置が考えられている。このような装置は膨大な数の反射ミラーを有するため、擾乱への耐性がますます低くなり、上記の不具合はより深刻となる。

##### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように従来の光スイッチは、擾乱に弱く、安定した運用が困難であるという不具合を有する。本発明は上記事情によりなされたもので、その目的は、擾乱への耐性を高め、これにより安定した運用が可能な光スイッチ装置とその制御方法を提供することにある。

##### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、第1ポート (例えば入力光ファイバに接続される入力ポート) から出射される光を可動型ミラー素子 (例えば反射ミラー) を用いた反射光学系によってそれぞれ反射し、その反射角度を変更することで複数の第2ポート (例えば出力光ファイバに接続される出力ポート) のいずれかに導く光スイッチ装置にあって、前記複数の第2ポートそれぞれに対応して設けられ、前記可動型ミラー素子から前記第2ポートに導かれる光の当該第2ポートに対する光軸のずれを検出する複数の光軸ずれ検出手段 (例えば光軸ずれ検出部) と、前記可動型ミラー素子の反射角度を可変して前記第1ポートを前記複数の第2ポートのいずれかに光学的に接続するとともに、前記光軸ずれ検出手段の検出結果に基づいて前記反射角度の可変量を調節するミラー制御手段 (例えばミラー制御部) とを具備することを特徴とする。

【0010】上記構成によれば、個々の可動型ミラー素子の反射角度がミラー制御手段により可変され、入力ポートに入射された光信号が任意の出力ポートと接続される。一旦設定された光路が擾乱によりずれると、そのこ

5

とが光軸ずれ検出手段により検出され、ずれの量に応じたフィードバック制御がミラー制御手段に与えられる。これにより、ミラー制御手段により設定された光路を安定に保持することが可能となり、従って、光スイッチ装置の動作をより安定化することが可能になる。さらに、光軸ずれ検出手段により、出力ポートに対する光軸のずれが最小となるように制御されるため、スイッチ装置内部における損失を最小限に抑えることが可能になる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0012】図1は、本発明に係わる光スイッチ装置の一実施の形態における構成を示すブロック図である。図1において図6、図7と共通の部分には同一の符号を付し、ここでは異なる部分についての説明する。なお図1、図6、図7、あるいは図5に示される構成は、3D(3次元)MEMS光スイッチの一部である、2×2規模の入出力ポート間における切替状態を示す。すなわちこれらの図に示される構成は、3次元的に構成されるスイッチの一部を平面上に模式的に示すものである。数百以上の入出力ポートを形成するためには、2D(2次元)よりも3D構造のほうが有利である。

【0013】図1において、入力ポートとしての入力光ファイバ101と103に射入れられる光信号は、集束レンズ102、104によりそれぞれ平行ビーム化される。この平行ビーム光は、反射ミラー107、108、および反射ミラー110、111を介して集束レンズ113、115に到達し、出力ポートとしての出力光ファイバ114、116から出力される。反射ミラー107、108、および反射ミラー110、111は、ミラー制御部16によりその反射角度を制御する制御信号が与えられ、これにより入力光ファイバ101、103、および出力光ファイバ114、116が光学的に交換接続される。

【0014】ところで、出力ポート側の集束レンズ113、115には、それぞれ光検出器11、12が設けられている。これらの光検出器11、12は、集束レンズ113、115を通過する光の光軸のずれを検出するもので、ずれの程度に応じた値の検出信号を出力する。この検出信号は光軸ずれ検出部15に与えられ、ミラー制御部16による反射ミラー107、108、および110、111の角度調節量がフィードバック制御される。

【0015】図2は、光検出器11の概略構成を示す模式図である。光検出器11は同様の構成である。光検出器11は、4分割型と称されるもので、4つの受光素子a~dを備える。各受光素子a~dは光の通過経路を取り囲むように、中央に空間を設けた状態で、しかも平行ビームの周辺部を遮るように集束レンズ113に取り付けられる。

【0016】集束レンズ113には、例えば円筒状の分

6

布屈折率型レンズを使用することができる。この場合、集束レンズ113の直径は数mm~1cm程度であるので、硝子基板(使用する波長で透明な媒質であればよい)などに受光素子a~dを配列して光検出器11を形成するとよい。または、一体化して形成された光検出器チップの中央部が光が通過できるようにした構成でも良い。なお受光素子a~dは、光/電変換機能だけでなく、バッファ回路を備えても良い。

【0017】図3は、光検出器11に設けられる検出回路の構成を示す回路ブロック図である。この回路は、光の通過経路を挟んで互いに対向する受光素子aとc、および受光素子bとdをそれぞれ一対とし、各対の受光素子を差動増幅器25、27にそれぞれ接続したものである。受光素子aは差動増幅器25の正相入力端子に、受光素子cは差動増幅器25の逆相入力端子に接続される。受光素子bは差動増幅器27の正相入力端子に、受光素子dは差動増幅器27の逆相入力端子に接続される。このような構成により、光検出器11において検出された光電力のバランスが、差動増幅器25の出力信号26と、差動増幅器27の出力信号28とで表現される。各出力信号26、28は演算回路36に入力され、光軸のずれ方向と、ずれ量とが算出される。

【0018】また図3において、差動増幅器25の正相入力端子と、差動増幅器27の正相入力端子とに、それぞれオフセット回路29、30が接続される。オフセット回路29、30は、光検出器11に光が通過する際の受光素子a、b、およびc、dの受光パワーのアンバランスなどを補正する。このようにすることで、図3に示される回路を複合部品化しようとする場合に、各差動増幅器25、27のゲイナミックスレージを有効に活用することができる。

【0019】上記構成においては、光検出器11に光が通過する際に偏りが有ると、各受光素子a、b、c、dの出力信号のバランスが崩れ、これにより光軸ずれ検出部15において光軸のずれが検出される。そうすると、ずれの程度に応じた制御信号が光軸ずれ検出部15からミラー制御部16にフィードバックされる。これに応じてミラー制御部16は、受光素子a~dの出力信号のバランスが正しく保たれるように各反射ミラー107、108、110、111の反射角度を調整する。

【0020】上記構成における、反射ミラー107、108、110、111の反射角度の調整に至るまでの手順は、次の通りである。すなわち本発明においては、反射ミラー107、108、110、111を介して出力光ファイバ114、116に導かれる光の、この出力光ファイバ114、116に対する光軸のずれがまず検出される。反射ミラー107、108、110、111の反射角度は可変され、これにより入力光ファイバ101、103、および出力光ファイバ114、116が光学的に接続される。そして、光軸のずれの検出結果に

基づいて、反射ミラー 107、108、110、111の反射角度の可変量がフィードバック制御される。

【0021】以上をまとめると本実施形態では、光の出方路側における集束レンズ 113、115の端面に、光検出器 11、12を形成する。光検出器 11、12は、光の通過経路を取り囲むように、中央に空間を設けた状態で、しかも平行ビームの周辺部を遮るように設けられる 4分割型の受光素子 a~d を備える。そして、受光素子 a~d の出力信号から、光軸ずれ検出部 15により平行ビームの位置を検出し、その結果に応じてミラー制御部 16による反射ミラー 107、108、および 110、111の角度調節量をフィードバック制御するようにしている。

【0022】すなわち本発明によれば、光軸のずれが実時間でモニタされ、その結果がミラー制御部 16にフィードバックされるので、環境変動や外乱などにより光軸がずれたとしても、それに追従して、反射ミラー 107、108、および 110、111の角度を最適に制御することができる。従って、擾乱への耐性を高めることができ、従って安定した運用を行なえる光スイッチ装置を提供することができる。

【0023】なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。

【0024】例えば本実施形態においては、2×2型の光スイッチ装置に本発明を適用した例につき説明したが、本発明は多チャネル型の光スイッチ装置に適用することも可能である。

【0025】図 4 は、本発明を多チャネル型の光スイッチ装置に適用した場合の概略構成を示す図である。図 4 には、光スイッチ装置における光信号の出方路側の構成が示される。図 4 において、複数チャネル分の集束レンズ群 32 が共通のウェーハ 34 上に設けられ、各集束レンズにそれぞれ取り付けられる 4 分割光検出器群 31 がウェーハ 34 上に形成される。そして、出力光ファイバ群 33 のそれぞれに、各集束レンズがそれぞれ接続される。このような構成においても、光検出器は上記と同様に動作することができ、従って上記と同様の効果を得ることができる。

【0026】図 5 は、本発明に係わる光スイッチ装置の他の構成例を示すブロック図である。図 5 の光スイッチ装置は、入力ポートに結合される反射ミラー 107、108 と、出力ポートに結合される反射ミラー 110、111 との間に反射板 35 を備え、入出力ポートを同じ方

向に形成するようにしたものである。このようにすると、入り線と出線とを一箇所に集約することができるので、省サイズ化を図ることが可能になる。このような構成においても、本発明の目的である動作の安定化を図れることは自明である。

【0027】このほか、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形実施を行うことができる。

【0028】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、擾乱への耐性が高く、安定した運用が可能な光スイッチ装置とその制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係わる光スイッチ装置の一実施の形態における構成を示すブロック図。

【図 2】 光検出器 11 の概略構成を示す模式図。

【図 3】 光検出器 11 に設けられる検出回路の構成を示す回路ブロック図。

【図 4】 本発明を多チャネル型の光スイッチ装置に適用した場合の概略構成を示す図。

【図 5】 本発明に係わる光スイッチ装置の他の構成例を示すブロック図。

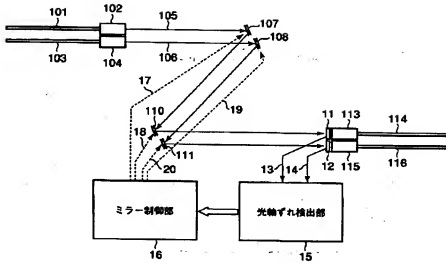
【図 6】 3D-MEMS タイプの従来の光スイッチ装置の概略構成を示すブロック図。

【図 7】 図 6 の光スイッチ装置が、光軸をクロスさせる状態で動作している状態を示す図。

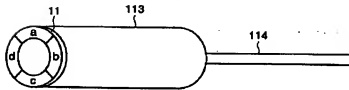
【符号の説明】

a~d...受光素子  
11、12...光検出器  
15...光軸ずれ検出部  
16...ミラー制御部  
25、27...差動増幅器  
29、30...オフセット回路  
31...4 分割光検出器群  
32...集束レンズ群  
33...出力光ファイバ群  
34...ウェーハ  
35...反射板  
36...演算回路  
101、103...入力光ファイバ  
102、104、113、115...集束レンズ  
107、108、110、111...反射ミラー  
114、116...出力光ファイバ

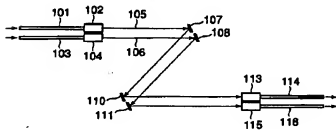
【図1】



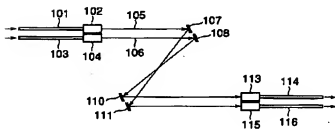
【図2】



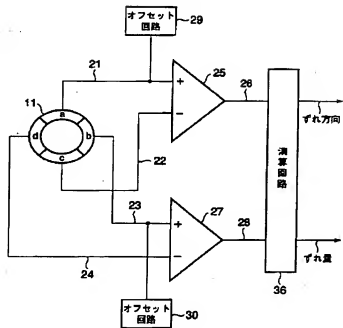
【図6】



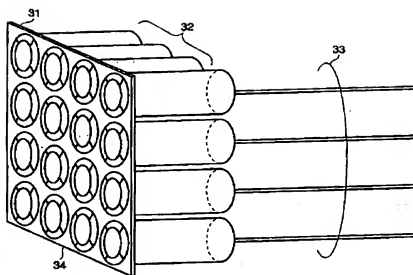
【図7】



【図3】



【図4】



【図5】

